

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-150747

(43)Date of publication of application : 11.06.1990

(51)Int.Cl.

G01N 21/17  
G01N 33/483

(21)Application number : 63-304691

(71)Applicant : RES DEV CORP OF JAPAN

TOIDA MASAHIRO  
ICHIMURA TSUTOMU

(22)Date of filing : 01.12.1988

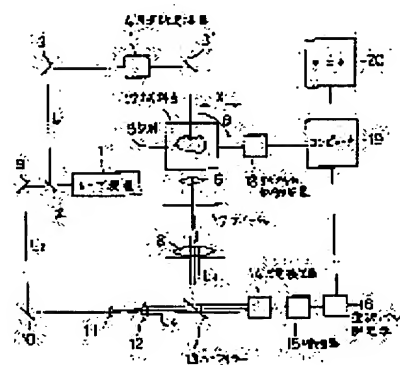
(72)Inventor : TOIDA MASAHIRO  
ICHIMURA TSUTOMU  
INABA FUMIO

## (54) DEVICE FOR OPTICAL TOMOGRAPHIC IMAGING

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain the optical tomographic image of a substance to be measured by irradiating the substance to be measured with a laser light beam and classifying and detecting only rectilinear component out of transmitted light beam by utilizing the directivity of optical heterodyne detection.

**CONSTITUTION:** The laser light beam projected from a laser device 1 is splitted into two such as a laser light beam L1 and a laser light beam for reference L2 by a beam splitter 2. A sample 5 is irradiated with the laser light beam L1 and only the straight advancing component, out of the transmitted light, which is tinged with the optical absorption information of the sample 5 is extracted and optically mixed with the laser light beam L2 by a half mirror 13. In such a case, the sample 5 is irradiated with the laser light beam L1 by deviating the frequency thereof and the scattered laser light beam which is transmitted is condensed on an aperture 7. The optically mixed laser light beams are detected by utilizing the directivity of transmittivity of only straight advancing component in a specified direction with the aid of the optical heterodyne detection by a photoelectric detector 14. Thus, the distribution of the substance to be measured of the sample 5 is expressed as the tomographic image.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-150747

⑬ Int. Cl.<sup>8</sup>

識別記号

序内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)6月11日

G 01 N 21/17  
33/483

A 7458-2G  
C 7055-2G

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全5頁)

⑮ 発明の名称 光断層像画像化装置

⑯ 特 願 昭63-304691

⑰ 出 願 昭63(1988)12月1日

⑱ 発 明 者 戸 井 田 昌 宏 宮城県仙台市八木山南3-13-17 レジデンス南C  
⑱ 発 明 者 市 村 勉 宮城県仙台市向山1-1-20 第2グリーンハイツ瑞鳳  
301  
⑱ 発 明 者 稲 場 文 男 宮城県仙台市八木山南1-13-1  
⑲ 出 願 人 新 技 術 開 発 事 業 団 東京都千代田区永田町2丁目5番2号  
⑲ 出 願 人 戸 井 田 昌 宏 宮城県仙台市八木山南3-13-17 レジデンス南C  
⑲ 出 願 人 市 村 勉 宮城県仙台市向山1-1-20 第2グリーンハイツ瑞鳳  
301  
⑳ 代 理 人 弁 理 士 蛭 川 昌 信

明 細 書

1. 発明の名称

光断層像画像化装置

2. 特許請求の範囲

(1) レーザ光を試料に照射し、その透過光と参照光とを光混合し、光ヘテロダイン検波により光散乱体中を透過したレーザ光より特定方向の直進成分のみの透過率を測定し、試料の特定物質分布の断層像を得ることを特徴とする光断層像画像化装置。

(2) レーザ装置と、レーザ装置からのレーザビームを分割するビームスプリッタと、ビームスプリッタで分割された一方のレーザ光を周波数偏移させる周波数変換器と、試料移動手段により移動回転すると共に、周波数変換されたレーザ光が照射される試料台と、試料を透過したレーザ光から平行光束を得るための第1光学系と、ビームスプリッタで分割された他方のレーザ光を第1光学系の平行光束とスポット径の同じ平行光束にするための第2光学系と、第1光学系、第2光学系出力

光を光混合し、ビート成分を抽出する光ヘテロダイン検波手段と、光ヘテロダイン検波出力と試料移動手段からの試料位置情報が入力される演算手段とを備え、光ヘテロダイン検波出力と試料位置情報とから試料の断層像を得ることを特徴とする光断層像画像化装置。

(3) 第1光学系は、試料透過光をアパーチャ上に集光するレンズと、アパーチャ位置を前側焦点とするレンズとからなる請求項2記載の光断層像画像化装置。

(4) レーザ装置と、レーザ装置からのレーザビームを分割するビームスプリッタと、ビームスプリッタで分割された一方のレーザ光を周波数偏移させる周波数変換器と、試料移動手段により移動回転する試料台と、周波数変換されたレーザ光を拡大して試料に照射し、その透過光から所定のスポット径の平行光束を得る拡大光学系と、ビームスプリッタで分割された他方のレーザ光を拡大光学系の光束内で走査する走査光学系と、拡大光学系、走査光学系出力光を光混合し、ビート成分を

抽出する光ヘテロダイン検波手段と、光ヘテロダイン検波出力、試料移動手段からの試料位置情報、走査信号が入力される演算手段とを備え、光ヘテロダイン検波出力、試料位置情報、走査信号とから試料の断層像を得ることを特徴とする光断層像画像化装置。

(5) 拡大光学系は、後側焦点位置が試料位置より前方にあるレンズと、該レンズの後側焦点と共役な位置に配置されたアパーチャ上に透過光を集光するレンズと、アパーチャ位置を前側焦点位置とするレンズとからなる請求項4記載の光断層像画像化装置。

### 3. 発明の詳細な説明

#### (産業上の利用分野)

本発明はレーザ光と光ヘテロダイン検波とにより被測定物の断層像を画像化する装置に関するものである。

#### (従来の技術)

物質内部をその物質を破壊することなく観察するために現在までに様々な物理的エネルギーを利用

した断層撮影法が考案されている。

その内でも代表的なものとしてX線CTがあげられよう。これにより被測定物の内部形態を非侵襲的に断層像として観察できるようになった。また、X線被曝の危険を伴わないMRIや超音波によるイメージング法が開発されてきた。

#### (発明が解決すべき課題)

従来、光を用いたCT装置が実現されなかったのは、一般に光の透過性(直進的透過性)のよい物質であれば、外部より内部の観察が容易にできるので、いちいちCT化を行うまでもなかったからである。また、光の直進的透過性の悪い試料では光の散乱によって、Lambert-Beerの法則が成立しないためCT化が困難であった。

一方、生体系の生命活動に伴う生体内の各必須物質転換を生命活動を阻害することなく、計測することが近年特に求められている。

しかし、試料内部の物質転換による機能変化を観察しようとしたとき、X線CTでは形態情報のみしか得られないし、またMRIにおいてもプロ

トンの動態を見るにとどまり、放射性同位元素をマーカーとしてポジトロンCTでリンや炭素といった物質の動態を観察できるのみであった。しかし、これらはいずれも被測定試料に対し、非侵襲的に内部機能情報を取得することは全くできないのが現状である。

本発明は上記課題を解決するためのもので、被測定物にレーザ光を照射し、透過レーザ光のうちの直進成分のみを光ヘテロダイン検波のもつ指向性を利用して分別検出し、被測定物の光断層像を得ることが可能な光断層像画像化装置を提供することを目的とする。

#### (課題を解決するための手段)

そのために本発明の光断層像画像化装置は、レーザ光を試料に照射し、その透過光と参照光とを光混合し、光ヘテロダイン検波により光散乱体中を透過したレーザ光より特定方向の直進成分のみの透過率を測定し、試料の特定物質分布の断層像を得ることを特徴とする。

また、レーザ装置と、レーザ装置からのレーザ

ビームを分割するビームスプリッタと、ビームスプリッタで分割された一方のレーザ光を周波数偏移させる周波数変換器と、試料移動手段により移動回転すると共に、周波数変換されたレーザ光が照射される試料台と、試料を透過したレーザ光から平行光束を得るための第1光学系と、ビームスプリッタで分割された他方のレーザ光を第1光学系の平行光束とスポット径の同じ平行光束にするための第2光学系と、第1光学系、第2光学系出力光を光混合し、ビート成分を抽出する光ヘテロダイン検波手段と、光ヘテロダイン検波出力と試料移動手段からの試料位置情報が入力される演算手段とを備え、光ヘテロダイン検波出力と試料位置情報とから試料の断層像を得ることを特徴とする。

更に、レーザ装置と、レーザ装置からのレーザビームを分割するビームスプリッタと、ビームスプリッタで分割された一方のレーザ光を周波数偏移させる周波数変換器と、試料移動手段により移動回転する試料台と、周波数変換されたレーザ光

を拡大して試料に照射し、その透過光から所定のスポット径の平行光束を得る拡大光学系と、ビームスプリッタで分割された他方のレーザ光を拡大光学系の光束内で走査する走査光学系と、拡大光学系、走査光学系出力光を光混合し、ビート成分を抽出する光ヘテロダイン検波手段と、光ヘテロダイン検波出力、試料移動手段からの試料位置情報、走査信号が入力される演算手段とを備え、光ヘテロダイン検波出力、試料位置情報、走査信号とから試料の断面像を得ることを特徴とする。

#### (作用)

レーザ装置から射出されたレーザ光(波長 $\lambda$ 、周波数 $\omega$ )は二分され、一方を周波数 $\Delta\omega$ だけ偏移させて試料に照射し、透過散乱レーザ光はレンズによりその焦点位置に置かれたアパーチャ上に集光される。アパーチャを通過した光はアパーチャ径とアパーチャ後方に位置したレンズ開口径できまる回折限界と等しい平行光束に、アパーチャ後方に位置したレンズにより変換され、この平行光束と等しくコリメートされた前述の二分された

レーザ光の片方と光混合され、光電検波器により検出される。この操作をレーザ光光軸に垂直な方向への走査と共に行い、次に試料を $\Delta\theta$ 回転させ、同様の走査検出を回転角 $0^\circ \sim 360^\circ$ に渡って行う。こうして得られた位置信号と検出信号よりコンピュータにおいて投影データからの画像再生の計算を行い、モニタに再生画像を構成する。ここで、波長 $\lambda$ を試料内の計測物質の吸収帯に合わせ、各種可変させることで試料内の特定物質分布の断面像が得られる。

また、周波数偏移させたレーザ光を拡大して試料に照射し、その透過光を平行光束とし、二分された他方のレーザ光を試料を透過し、拡大した平行光束内で走査して両者を光混合することにより、同様にして画像再生の計算を行って、同様に試料内の特定物質分布の断面像が得られる。

#### (実施例)

以下、実施例を図面を参照して説明する。

第1図は本発明の光断面像画像化装置の一実施例を示す図である。図中、1はレーザ装置、2は

ビームスプリッタ、3、3'、9、10はミラー、4は周波数変換器、5は試料、6、8、11、12はレンズ、7はアパーチャ、13はハーフミラー、14は光電検出器、16は選択レベル測定器、17は試料台、18は試料台制御装置、19はコンピュータ、20はモニタである。

レーザ装置1から射出されたレーザ光はビームスプリッタ2により $L_1$ と $L_2$ に二分される。レーザ光 $L_1$ はミラー3により、例えば電気光学結晶等からなる周波数変換器4へ導かれ、 $\Delta\omega$ だけ周波数偏移され、ミラー3'により試料5に照射される。試料を透過した散乱レーザ光はレンズ6によりその後側焦点位置に置かれたアパーチャ7の上に集束される。アパーチャ7を通過した光は、アパーチャ位置を前側焦点位置とするレンズ8により平行光束とされ、レンズ8の開口径とアパーチャ7の径により決まる回折限界径の平行光束 $L_3$ に変換される。これら光学系により全方位に散乱する光軸から外れた散乱光はカットされ、試料の光吸収情報を帯びた直進成分のみが抽出される。

一方参照用のレーザ光 $L_4$ はミラー9、10を介し、レンズ11で集光され、レンズ11の後側焦点位置を前側焦点位置とするレンズ12によりレーザ光 $L_5$ とスポット径が等しい平行光束 $L_6$ に変換され、ハーフミラー13により $L_3$ と光混合される。そして光電検出器14により検出され、増幅器15、選択レベル測定器16によりビート周波数 $\Delta\omega$ の成分のみ選択検出される。このヘテロダイン検波によりレーザ光 $L_1$ と可干渉性のない散乱成分はカットされるので直進成分のうち試料の光吸収情報を帯びた成分のみ検出することができる。

同様の検出を試料台17をレーザ光光軸と垂直なX方向に走査しながら行う。次に試料台17を $\theta$ の方向に $\Delta\theta$ だけ回転させ、上述と同様にX方向の走査と検出を行う。

以上の走査を $\theta$ の角度が $0^\circ \sim 360^\circ$ にわたって行う。試料台17のX線走査および $\theta$ 回転は試料台制御装置18により行われ、その位置信号は選択レベル測定器からの信号と共にコンピュータ

19に入力される。コンピュータ19では上述の走査で得られた投影データから画像再生の計算を行い、モニタ20上に再生像を構成する。

なお、レーザ光の波長を試料内の各計測物質の吸収帯に合わせ可変させることで、試料内の特定物質を選択してその分布の断面像が得られる。

第2図は本発明の他の実施例を示す図で、第1図と同一番号は同一内容を示している。なお、21はレーザビーム移動制御装置、22、23、24はレンズである。

図において、レーザ装置1から射出されたレーザ光はビームスプリッタ2によりL<sub>1</sub>とL<sub>2</sub>に二分される。レーザ光L<sub>1</sub>はミラー3により周波数変換器4へ導かれ、 $\Delta\omega$ だけ周波数偏移され、ミラー3'によりレンズ22に導かれてその焦点位置Aに集束され、その後広がって試料5全体、或いは試料の観測したい部分に照射される。試料5を透過した散乱レーザ光L<sub>2</sub>はレンズ23により点Aと実像関係の共役な位置に置かれたアパーチャ7の上に集光され、点Aに集光した光だけがア

パーチャを通過することになる。

アパーチャ7を通過した光は、アパーチャ位置を前側焦点位置とするレンズ24により平行光束とされ、レンズ24の開口径とアパーチャ7の径により決まる回折限界径の平行光束L<sub>3</sub>に、レンズ24により変換される。ここで、平行光束L<sub>3</sub>は参照光となるL<sub>3</sub>の径より十分大きい径に設定される。

一方、ビームスプリッタ2で分けられた参照光L<sub>1</sub>は、ミラー9、10によりハーフミラー13上で平行光束L<sub>4</sub>と光混合され、光電検出器14により検出され、増幅器15、選択レベル測定器16により周波数 $\Delta\omega$ の成分のみが選択検出される。このヘテロダイン検波により、第1図の実施例の場合と同様にレーザ光L<sub>1</sub>と干渉性のない散乱成分はカットされるので直進成分のうち試料の光吸収情報を帯びた成分のみ検出することができる。

いま、レーザ光L<sub>1</sub>が第3図で示す平行光束L<sub>1</sub>のYY'方向に平行光束L<sub>1</sub>を横切るようにミラー9、10および光電検出器14をレーザビー

ム移動制御装置21により走査しながら前述した検出を行う。

次に試料台17の試料台制御装置18により角度 $\Delta\theta$ だけ回転し、同様にレーザ光L<sub>1</sub>をYY'方向に走査をしながら検出を行う。この操作と試料台回転角 $\theta$ について0°~360°について各々行うことにより、試料台制御装置18、レーザビーム移動制御装置21および選択レベル測定器からコンピュータ19に試料5の横断投影データが入力され、これら投影データより画像再生の計算を行い、モニタ20上に再生像を構成する。

また、レーザ光L<sub>1</sub>の走査を、ミラー9、10、光電検出器14、レーザビーム移動制御装置21により第3図XX'方向に行い、試料5の回転を第2図の平面とは垂直な面で、すなわち第2図中の $\theta'$ の方向に行いながら、投影データの収集を行い画像再生を行えば、試料の縦断面画像が得られる。また、レーザ光L<sub>1</sub>の平行光束L<sub>1</sub>を横切る方向を外3図のYY'からXX'の間の任意方向に設定し、その方向に対応した試料回転軸を中

心に試料の回転を行えば、任意方向の断面像が得られる。そして、レーザ光の波長を試料内の各計測物質の吸収帯に合わせ可変させることで、試料内の特定物質分布の任意の方向の断面像が得られる。

#### 〔発明の効果〕

以上のように本発明によれば、試料中の計測物質の分布を断面像として表すことが可能となり、従来全く評価、分析法のなかった比較的容積の少ない試料中の各種物質分布を非侵襲に解析する手法を提供することができるものである。

#### 4. 図面の簡単な説明

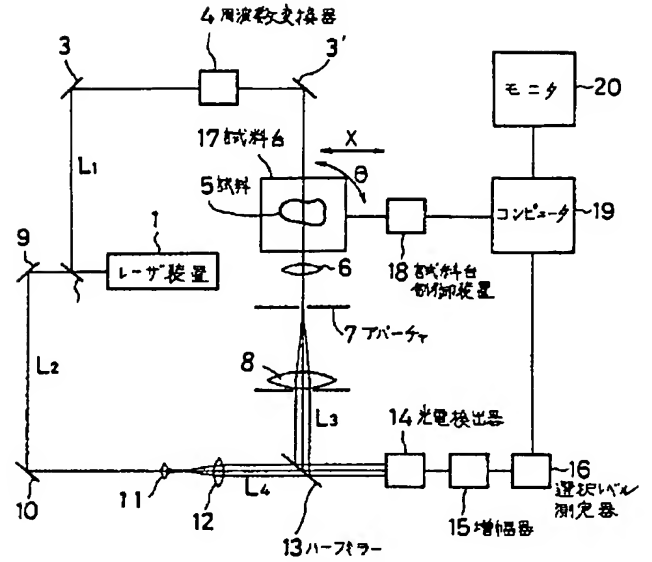
第1図は本発明の光断面像画像化装置の一実施例を示す図、第2図は本発明の他の実施例を示す図、第3図は第2図の平行光束L<sub>1</sub>のAA'の断面図である。

1…レーザ装置、2…ビームスプリッタ、3、3'、9、10…ミラー、4…周波数変換器、5…試料、6、8、11、12、22、23、24…レンズ、7…アパーチャ、13…ハーフミラー、

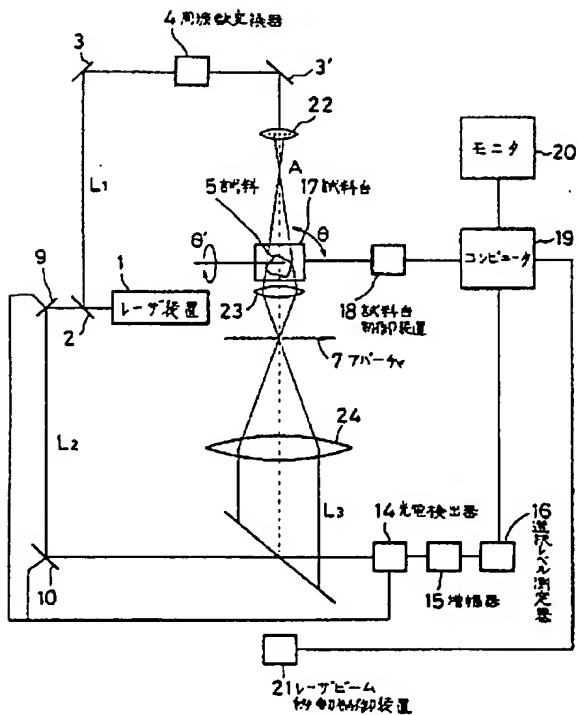
14…光電検出器、16…選択レベル測定器、17…試料台、18…試料台制御装置、19…コンピュータ、20…モニター、21…レーザビーム移動制御装置。

出 願 人 新 技 術 開 発 事 業 団  
( 外 2 名 )  
代 理 人 弁 理 士 經 川 昌 信

第 1 図



第 2 図



第 3 図

